

УТВЕРЖДАЮ:

Декан математико-механического
факультета СПбГУ



Е.В. Кустова

«18» июля 2023

М.П.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»

Диссертация «Закономерности разрушения сплава системы Al-Mg-Si в крупнозернистом и ультрамелкозернистом состоянии» выполнена в Лаборатории «Динамика и экстремальные характеристики перспективных наноструктурированных материалов» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет».

В период подготовки соискатель Магомедова Дарья Курбановна работала научным сотрудником в Лаборатории «Динамика и экстремальные характеристики перспективных наноструктурированных материалов» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет».

В 2012 г. окончила Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет» по специальности 010901.65 «Механика».

Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов выдано в 2023 г. Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет».

Научный руководитель (консультант) – Гундеров Дмитрий Валерьевич, Институт физики молекул и кристаллов в Уфимском федеральном исследовательском центре РАН, ведущий научный сотрудник.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

1. Диссертация Магомедовой Дарьи Курбановны является законченной научно-квалификационной работой, соответствующей п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, в которой содержатся научно обоснованные результаты исследований закономерностей разрушения сплава системы Al-Mg-Si в крупнозернистом и ультрамелкозернистом состоянии, имеющие существенное значение для различных направлений современной металлургии.

2. Соискателем лично получены все основные результаты, выносимые на защиту:

1) Истинное напряжение разрушения сплава 6101 в УМЗ состоянии, с размером зерна 500 нм, полученном РКУП-К по выбранным режимам, на 50% выше истинного напряжения разрушения сплава в крупнозернистом состоянии после искусственного старения, а истинные деформации до разрушения у обоих состояний близки.

2) Рост истинного напряжения разрушения образцов при измельчении зерна объясняется на основе компиляции закона Холла-Петча и модели Зинера-Строте: при уменьшении размера зерна требуется большее внешнее напряжение для задания течения дислокаций.

3) Первая стадия процесса разрушения – появление пор - начинается при значениях деформации $\varepsilon^* \approx 40\%$, что соответствует истинной деформации $\varepsilon^* \approx 0,7$, для КЗ и УМЗ состояний.

4) В зоне вблизи области разрушения после статического механического растяжения в образцах с УМЗ структурой формируются поры размером 1-2 μm , в образцах в КЗ состоянии – 3-7 μm .

Опубликованные работы полностью отражают основное содержание диссертационной работы. Все основные положения и результаты, выносимые на защиту, отражены в публикациях автора. Три работы написаны автором единолично, другие совместно с научным руководителем или другими членами научного коллектива.

3. Достоверность полученных результатов и выводов основана на том, что комплексное применение физических методов изучения микроструктуры, а также хорошая корреляция полученных экспериментальных данных об изменении физико-механических свойств материалов с результатами их теоретических оценок свидетельствуют о высоком уровне достоверности представленных в работе результатов. Надежность полученных результатов также подтверждается публикациями результатов исследований в реферируемых научных изданиях из перечня ВАК, входящих в МБД, Scopus и WoS, а также представлением их на тематических конференциях.

4. Научная новизна работы заключается в следующем:

1) Определены истинные деформации до разрушения и истинное напряжение разрушения при растяжении $\sigma_{\text{ист}}$ для сплава 6101 в различных состояниях, включая УМЗ; и показано, что $\sigma_{\text{ист}}$ в УМЗ состоянии значительно выше истинного напряжения разрушения в КЗ состоянии, а истинные деформации до разрушения у всех состояний близки.

2) Предложено объяснение роста истинного напряжения разрушения образцов при измельчении зерна на основе компиляции закона Холла-Петча и модели Зинера –Строте.

3) Установлено, что в КЗ состоянии после искусственного старения областями преимущественного зарождения пор и последующего разрушения являются частицы Al-Fe, а в УМЗ состоянии данные частицы не играют основную роль в формировании пор.

4) Первая стадия процесса разрушения начинается при деформации $\varepsilon \approx 40\%$, что соответствует истинной деформации $e^* \approx 0,7$, в КЗ и УМЗ состояниях.

5) Показано, что воздействие метода равноканального углового прессования по схеме «Комформ» (РКУП-К) по выбранным режимам приводит к измельчению частиц Al-Fe: в КЗ состоянии размеры частиц составляют до 7 μm , в УМЗ – до 2 μm .

5. Практическая значимость заключается в следующем:

Результаты работы имеют большую теоретическую значимость, поскольку могут быть использованы для описания процесса разрушения сплавов системы Al-Mg-Si. В работе предложен механизм повышения истинного напряжения разрушения УМЗ сплавов. Обобщение этих данных позволит создать новые модели разрушения и уточнить уже существующие с учетом строения сплавов. Результаты работы имеют большую практическую значимость, поскольку они могут быть использованы для получения прочных алюминиевых сплавов с высокой электропроводностью.

Предложена модель для объяснения повышения истинного напряжения разрушения УМЗ сплава, которая может быть использована для анализа механических свойств других сплавов в УМЗ состоянии.

6. Ценность научных работ заключается в том, что:

Результаты исследований дополняют и конкретизируют общие представления о влиянии РКУП на механические свойства материала и являются основой для дальнейшего совершенствования сплавов системы Al-Mg-Si.

7. Обоснование выбранной специальности и отрасли науки диссертации.

Диссертация соответствует паспорту специальности 1.1.8. – механика деформируемого твёрдого тела, при этом работа соответствует следующим пунктам паспорта специальности: Законы деформирования, повреждения и разрушения материалов, в том числе природных, искусственных и вновь создаваемых; прочность при сложных режимах нагружения; Прочность при

сложных режимах нагружения. Теория накопления повреждений. Механика разрушения твёрдых тел. Экспериментальные методы исследования процессов деформирования, повреждения и разрушения материалов, в том числе объектов, испытывающих фазовые структурные превращения при внешних воздействиях.

8. Отрасль науки – физико-математические науки, поскольку приведенные результаты исследований соответствуют области фундаментальной и прикладной науки и техники, включающая экспериментальные и теоретические исследования физических свойств объектов с характерными размерами порядка 100 нм и меньше, хотя бы в одном направлении, а также систем из таких объектов, для которых ключевые характеристики определяются размером системы; областью исследований являются структурные, морфологические и механические свойства наноматериалов.

9. Полнота изложения материалов диссертации

Основные результаты диссертации опубликованы в 13 научных изданиях, в том числе имеются 8 статей, из них 2 статьи – в рецензируемых журналах из списка ВАК. Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных автором, достаточная.

Статьи в научных журналах, включенных в перечень ВАК РФ.

- 1) Магомедова, Д. К. Распределение напряжений при статическом растяжении цилиндрических образцов из мелко- и крупнозернистого алюминиевого сплава 6101 / Магомедова Д.К., Чуракова, А. А. // Наноиндустрия. 2021. Выпуск 1. DOI 10.22184/1993-8578.2021.14.1.30.34
- 2) Gunderov, D.V. True fracture stress of UFG samples of Al 6101 alloy / Gunderov D.V., Gunderova S.D., Magomedova D.K. // Letters on Materials. 2022. 12(4s). pp. 24-427 DOI 10.22226/2410-3535-2022-4-424-427

Соответствие специальности

Диссертация Магомедовой Дарьи Курбановны соответствует п. 14 Положения о присуждении ученых степеней:

- отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации;

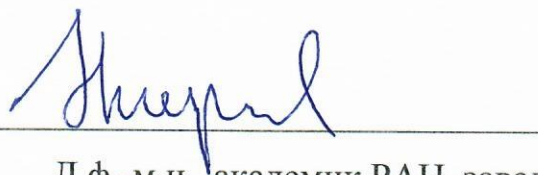
- соискатель ссылается на авторов и источники заимствования.

Диссертация «Закономерности разрушения сплава системы Al-Mg-Si в крупнозернистом и ультрамелкозернистом состоянии» Магомедовой Дарьи Курбановны соответствует требованиям, предъявляемым к диссертационным исследованиям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.8 – механика деформируемого твёрдого тела.

В диссертации выполнены все положения приказа №9287 от 03.07.2023 года, нарушений не выявлено.

Проект заключения принят на заседании экспертной группы кафедры теории упругости СПбГУ, протокол №1 от 30.06.2023 г. в составе 5 чел.

Присутствовало на заседании 5 чел., Результаты голосования: «за» - 5 чел., «против» - 0, «воздержалось» - 0 чел.



Морозов Никита Фёдорович

Д.ф.-м.н., академик РАН, заведующий кафедрой теории упругости СПбГУ